

На правах рукописи

Зубишина Алла Александровна

**Микрофитобентос разнотипных озер умеренной зоны, на
примере оз. Плещеево и Неро.**

Специальности: 03.00.16 – экология

03.00.18 – гидробиология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Ярославль - 2007

Работа выполнена на кафедре экологии и зоологии Ярославского
государственного университета им. П.Г.Демидова

Научный руководитель - доктор биологических наук, профессор

Семерной Виктор Петрович

Научный консультант -

кандидат биологических наук, доцент

Бабаназарова Ольга Владимировна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, главный научный сотрудник

Девяткин Владимир Георгиевич

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

Комулайнен Сергей Фёдорович

Ведущая организация -

Вологодский государственный педагогический университет

Защита состоится ____ мая 2007 г. в ____ часов на заседании диссертационного
совета К 212.002.01 при Ярославском Государственном Университете им.
П.Г.Демидова по адресу: 157000, г. Ярославль, проезд Матросова, 9.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЯрГУ им. П.Г.Демидова по
адресу: 150000, г. Ярославль, ул. Полушкина роща, 1.

Автореферат разослан ____ апреля 2007г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Швыркова Н.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Исследования продуцентов в водных экосистемах, и в частности в озерах, в основном сосредоточены на фитопланктоне. Из-за методических трудностей бентосные альгоценозы многих водоемов не исследованы. Количество статей по исследованию фитопланктона в пяти лидирующих журналах относились к статьям по исследованию бентоса, как 20 к 1 (Lowe, 1996). Между тем, микрофитобентос играет важную роль в водных экосистемах. Он может вносить большой вклад в первичную продукцию мелководных водоемов и озер с обширной литоральной зоной (Киевское..., 1972, Покровская, 1975; Wetzel, 1983; Liboriussen, Jeppesen, 2003; Nekanson, Boulion, 2004), а также играть существенную роль в круговороте углерода светловодных водоемов, с невысоким развитием планктона (Round, 1981). Бентосные микроводоросли являются первичными продуцентами и важным ресурсом в бентосных пищевых цепях (Комулайнен, 2004; Lamberti, 1996; Bott, 1996, Hillebrand, 2005). Они стабилизируют подвижные седименты водоемов (Stevenson, 1996; Underwood, Paterson, 1993; Yallop et al, 1994), уменьшая эрозию, обогащают седименты кислородом (Lassen et al, 1997; Yallop et al, 1994). Все это препятствует вторичному эвтрофированию водоема, биогенами, поступающими из толщи донных отложений (Carlton, Wetzel, 1988; Sinke et al, 1990; Underwood, 1993).

Несмотря на достаточно хорошую изученность экосистем наиболее крупных озер Ярославской области - Плещеево и Неро, исследований сообщества микрофитобентоса на них не проводилось. Различные морфометрические характеристики, трофический статус, абиотические параметры озер позволяют исследовать влияние этих факторов на развитие сообщества микрофитобентоса.

Цель и задачи исследований. Цель работы – изучение таксономического состава, структурно-функциональных характеристик микрофитобентоса и влияния экологических факторов на его развитие в мезотрофном оз. Плещеево и высокоэвтрофном оз. Неро.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить таксономический состав микрофитобентоса озер Плещеево и Неро и провести сравнительный эколого-географический анализ.
2. Изучить сезонную динамику показателей обилия и структурно-функциональную организацию микрофитобентоса озер.
3. Определить влияние различных экологических факторов на таксономический состав, структуру и обилие микрофитобентоса.
4. Оценить взаимодействие сообществ фитопланктона и микрофитобентоса в исследованных озерах.

Научная новизна. Впервые для озер Плещеево и Неро был определен таксономический состав микрофитобентоса и его эколого-географические характеристики. Изучены структурно-функциональные характеристики сообщества микрофитобентоса озер. Выделены ценозообразующие виды микрофитобентоса, исследованных озер. Выявлено влияние различных экологических факторов (абиотических и биотических) на таксономический состав, размерные характеристики и обилие сообществ микрофитобентоса. Проведен сравнительный анализ таксономических и структурных характеристик микрофитобентоса исследованных озер. Показан наибольший вклад освещенности в комплекс факторов, определяющих развитие микрофитобентоса обоих озер. Оценен вклад сообщества микрофитобентоса в продуктивность по биомассе озер. Установлено влияние добычи сапропеля на сезонный ход сукцессии в оз.Неро и прослежено восстановление альгобентосных сообществ.

Практическое значение. Полученные результаты являются частью многолетних исследований, посвященных структуре и функционированию водных экосистем. Материалы исследований могут быть использованы для оценки состояния экосистемы водоемов и для прогноза её изменения при восстановлении озер, гидротехнических работах и добыче сапропеля, а также в системе мониторинга водоемов. Полученные данные могут быть использованы для разработки методических материалов и курсов по «Экологической альгологии», «Общей гидробиологии», «Санитарной гидробиологии», «Экологической экспертизе», а также летней полевой практике по «Экологии».

Материалы были использованы в отчетах по НИР «Восстановление экосистемы озера Неро: формирование альгоценозов бентоса при эрозии илов» Грант губернатора Ярославской области 1998г., в предложениях к стратегическому плану развития г. Ростова в пилотном проекте «Возрождение Ростова-Великого». В связи с изучением биоразнообразия охраняемых территорий и уникальных экосистем был создан список «Видовой состав фитопланктона по многолетним данным» (1924 - 1995 гг.) по договору с Национальным парком «Плещеево озеро».

Положения выносимые на защиту 1. Структура микрофитобентоса в литорали мезотрофного озера имеет более сложную организацию относительно таковой высокоэвтрофного. Выявлен хорошо выраженный градиент по глубине в распределении характеристик микрофитобентоса в оз. Плещеево. В оз. Неро более выражена пространственная неоднородность, в форме деления микрофитобентоса в соответствии с “фитопланктонной” и “макрофитовой” зонами.

2. Максимальные показатели видового разнообразия, обилия, другие структурно-функциональные характеристики сообщества микрофитобентоса в

мезотрофном озере характерны для глубин близких к одной прозрачности и обусловлены оптимальным освещением, невысоким уровнем нарушений, устойчивыми температурами и достаточной биогенной обеспеченностью.

3. Сезонный ход развития микрофитобентоса находится в противофазе с развитием фитопланктона. Установлена более тесная связь микрофитобентоса высокоэвтрофного озера с фитопланктоном.

Апробация работы. Материалы диссертации были доложены и обсуждены на V Всероссийской конференции по водным растениям. “Гидрботаника 2000” (Борок, 2000), Международном семинаре “Экологические проблемы озера Неро и городских водных объектов” (Ростов Великий, 2002), III Symposium for European Freshwater Sciences (Edinburgh UK, 2003), Всероссийской научно-практической конференции “Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов” (Ярославль, 2004), XXIX Congress International Association of Theoretical and Applied Limnology (Lachti, Finland, 2004), Международной научной конференции “Aquatic Ecology at the Dawn of XXI Century” (Санкт-Петербург, 2005), IX съезде Гидробиологического общества РАН (Тольятти, 2006).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 3 - в ведущих рецензируемых научных журналах (перечень ВАКа).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов, списка литературы, приложения. Работа изложена на 238 страницах, включает 27 таблиц и 71 рисунок. Библиографический список состоит из 183 источников, из которых 98 иностранных.

ГЛАВА 1. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. 1. Эколого-географическая характеристика исследованных водоемов

Исследованные водоемы расположены в южной части Ярославской области, в зоне достаточного увлажнения, в подзоне смешанных лесов. Климат умеренно-континентальный.

Таблица 1

Краткая характеристика исследованных озер Плещеево и Неро.

Озеро	S, км ²	S литорали, км ²	S суб-литорали, км ²	Нср, м	Нмах, м	Прозр (Z), м	Сводос бора, км ²	Время водо-обмена, г
Плещеево	51,5	21%	38%	11	24,3	3-6	408	5,65
Неро	57,8	-	-	1,6	4,7	0,3-0,5	1314	1,9

Оз. Плещеево. (56°43' - 56°48' с.ш. 38°42' - 38°50' в.д.). Оз. Плещеево наиболее глубокий водоем Центрального региона Русской равнины. Ложе озера характеризуется пологой литоралью (0-4 м), сублиторалью – до 15 м и резко

выраженной профундалью до 24 м. Озеро слабо проточное. Воды озера отнесены к кальциевой группе гидрокарбонатного класса и выделяются повышенной минерализацией (около 300 мг/л), обусловленной влиянием подземных вод. Схема распределения грунтов в общих чертах повторяет карту распределения глубин в озере. Прозрачность воды в пелагиали зависит от развития фитопланктона. Режим прозрачности на литорали определяется чередованием ветреной и безветренной погоды. Глубина проникновения 0,1% приходящей радиации, которая соответствует нижнему пределу фотосинтеза, колеблется от 7 до 14 м. Цветность озера довольно низка (10° - 20°). Плещеево озеро – типичный димиктический водоем. Трофический статус – мезотрофный водоем с чертами эвтрофирования (Экосистема..., 1989).

Оз Неро. (57°06' - 57°12' с.ш.; 39°21' - 39°30' в.д.). Озеро Неро мелководное, рельеф дна практически ровный, проточное. Прозрачность низкая, связана с мелководностью и обильным развитием планктона. Цветность невысокая колеблется в пределах 20° - 30° . Температурная стратификация озера в период открытой воды практически невозможна. Воды оз. Неро характеризуются повышенной минерализацией (151 - 629 мг/л) и высоким содержанием хлоридов (Бикбулатов и др., 2003). Дно озера покрыто мощным слоем сапропеля. Водоем характеризуется как высокоэвтрофный (Современное..., 1991).

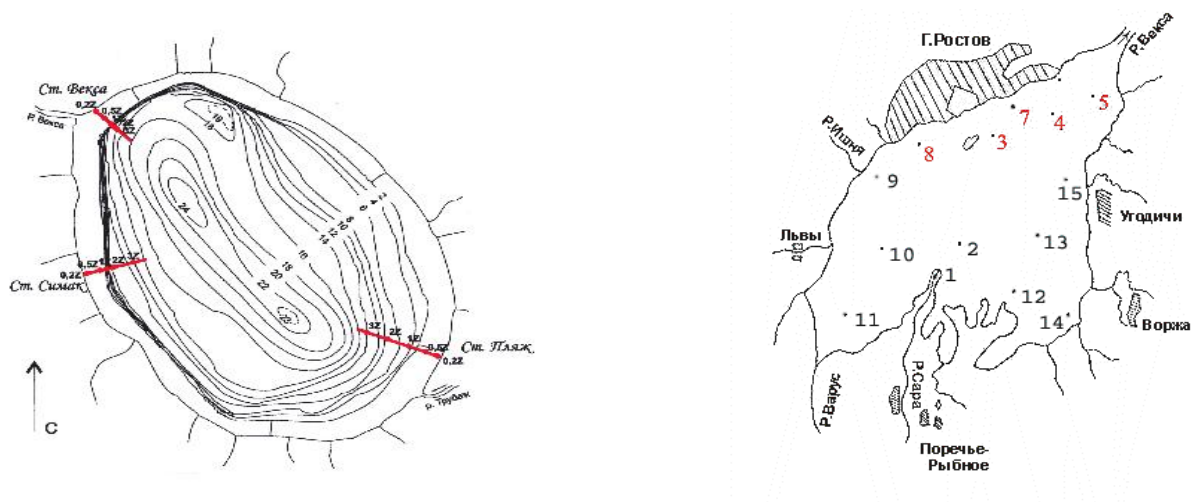


Рис. 1. Карты-схемы озер Плещеево и Неро с расположением станций отбора проб.

1.2. Материалы и методы

Материал был собран в 1998 - 2001, 2003 гг. На оз. Плещеево пробы микрофитобентоса отбирались по трансектам (рис.1). Глубины отбора проб (0.2Z, 0.5Z, 1Z, 2Z, 3Z, где Z – прозрачность) охватывали всю эвфотную зону. Пробы микрофитобентоса отбирались ежемесячно в 1998 г. (март - август), в 1999 г. (май – октябрь), в 2001 г. (июнь – сентябрь). Пробы 1998-1999 гг. ввиду использования другой методики количественного расчета, рассматриваются как качественные. Пробы фитопланктона отбирались одновременно с микрофитобентосом из поверхностного слоя воды в литоральной и сублиторальной зонах, в работе также рассматриваются пробы фитопланктона оз. Плещеево, отобранные в 1993-95 гг.

На оз. Неро в 1998 г. пробы микрофитобентоса были отобраны в августе для предварительного исследования зоны добычи сапропеля. В 1999-2000 гг. пробы отбирались ежемесячно с июня по сентябрь, с учащенным отбором в августе после добычи сапропеля. В 1999 г. количественные пробы отбирались в зоне добычи сапропеля (ст.5) и на контрольной станции (ст. 3). В 2000 г. количественные пробы отбирались на 5 станциях, открытой части оз. Неро (ст. 3,4,5,7,8). В 2003 г. пробы были отобраны по всей акватории озера (ст.1-5, 7-11, 13-15).

Всего было отобрано и обработано на оз. Плещеево 121 проба микрофитобентоса и 67 проб фитопланктона; на оз. Неро - 86 проб микрофитобентоса и 54 пробы фитопланктона.

Отбор проб производился штанговым пробоотборником на оз. Неро и стратометром С-1 на оз. Плещеево (Методика..., 1975). Подготовка и обработка проб микрофитобентоса проводились по специальной методике (Eaton, Moss, 1964). Принцип выделения подвижной части микрофитобентоса основан на способности водорослей к положительному фототаксису. Проба смешивалась из поверхностного слоя грунта (0–3 см) в 3-х кратной повторности. Отобранные бентосные пробы обычно содержат избыток воды и бентосные водоросли могут отделяться от осадка, поэтому по прибытии в лабораторию надосадочную воду удаляли методом отстаивания. Во избежание поднятия некоторых жгутиковых к поверхности воды, пробы отстаивали в темноте. После 5 - 7 ч. отстаивания супернатант удаляли с помощью пипетки. Потери в супернатанте составляют менее 1% от общего количества диатомей, представленных в пробе (Utermöhl, 1931; Lund, 1951). В наших методических оценках они никогда не превышали 1,1%. После удаления избытка воды проба тщательно перемешивалась и быстро выливалась в чашку Петри слоем 0,5 - 1 см. На ее поверхность аккуратно с помощью пинцета помещали стандартные покровные стекла. Затем пробу в чашке Петри экспонировали при естественном освещении у окна. Покровные стекла снимали на следующее утро в период с 9.00 ч до

10.00 ч (время максимального выхода подвижных форм). Показано, что 90 % подвижных форм водорослей оказываются на стекле (Eaton, Moss, 1964). Определение и подсчет водорослей производили непосредственно на покровных стеклах, помещенных в каплю воды на предметное стекло.

Фитопланктон фиксировали фиксатором Утермёля (Utermöhl, 1958) в модификации Г. В. Кузьмина (Методика, 1975) и концентрировали осадочным способом из объема 0.5 л. Анализ проб проводили общепринятым методом. Для обоих сообществ учитывались: таксономическая принадлежность организмов, линейные размеры, число клеток. Объемы клеток вычисляли, приравнивая к объемам геометрических фигур. Биомассу водорослей определяли стандартным счетно-объемным методом (Методика..., 1975). Доминирующими считали виды, образующие более 20% от общей биомассы.

Встречаемость рассчитывали как долю проб, в которых отмечен тот или иной вид от общего количества проб – в процентах. Флористический индекс и индекс средней встречаемости рассчитывали по В.Г. Девяткину, И.В. Митропольской (2002).

Пробы грунта для гранулометрического анализа брали после снятия стекол с микрофитобентосом. Гранулометрический анализ отобранных образцов проводился ситово-пипеточным методом в модификации Качинского с выделением фракций >1 мм, 1,0-0,25 мм, 0,25-0,05 мм, 0,05-0,01 мм, 0,01-0,005 мм и <0,005 мм (Практикум..., 1980). Степень сортированности осадков была определена по С.И. Романовскому (Ананьева, 1998). Типы донных отложений охарактеризованы по Н.Н. Зубову (1950).

Данные по влажности, объемной массе грунта и содержанию ОВ представлены Л. Е. Сигаревой (Сигарева и др., 2005).

Статистическую обработку данных осуществляли в программах Excel и Statistica.

Автор выражает глубокую благодарность руководителям: О.В. Бабаназаровой за внимание, интерес к работе, неоценимую помощь в исследованиях и при написании диссертации и В.П. Семерному за помощь в организации работ на оз. Плещеево и обсуждении работы; искреннюю признательность Л.Е. Сигаревой за предоставленные данные по характеристикам грунтов, советы и помощь в написании статей; благодарность сотрудникам кафедры О.А. Гусевой, О.А. Шатилову, С.В.Тихонову, М.В. Ястребову и студентам за творческую помощь в проведении исследований.

ГЛАВА 2. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФИТОБЕНТОСА ОЗЕР ПЛЕЩЕЕВО И НЕРО

По результатам исследований в микрофитобентосе оз. Плещеево было обнаружено 193 таксона рангом ниже рода, относящихся к 44 родам, 27 семействам, 13 порядкам и 6 отделам. Ведущую роль в формировании видового богатства играли

диатомовые водоросли – 83,4% от общего количества таксонов, синезеленые были представлены относительно меньше (13%), а зеленые – незначительно (2%). Значение флористического индекса для диатомей было высоким - 88. Основную долю в отделе составили пеннатные диатомеи, порядка Raphales. В микрофитобентосе озера преобладали представители семейств Naviculaceae (57 видов и внутривидовых таксонов), Achnanthes (28), Cymbellaceae (23), Fragilariaceae (19), Nitzschiaceae (15), а также синезеленые водоросли семейства Oscillatoriaceae (19 видов). Наибольшее флористическое богатство было представлено родами диатомовых *Navicula* (44), *Achnanthes* (22), *Nitzschia* (15), *Cymbella* (15) и синезеленых водорослей рода *Oscillatoria* (15). Вклад родов в разнообразие, оцененный с помощью флористического индекса, показал, что небогатый в видовом плане р. *Amphora* играет большую роль, наравне с флористически богатыми рр. *Achnanthes* и *Nitzschia*. И напротив - таксономически более богатые рр. *Cymbella* и *Oscillatoria* в меньшей степени участвовали в формировании микрофитобентоса оз. Плещеево. Максимальный вклад вносил наиболее представительный р. *Navicula*.

По результатам исследований в микрофитобентосе оз. Неро было обнаружено 150 таксонов рангом ниже рода, относящихся к 42 родам, 25 семействам, 10 порядкам и 4 отделам. Наибольшее таксономическое разнообразие представил отдел диатомовых водорослей 58,7%, далее располагались сине-зеленые и зеленые водоросли по 20% от общего количества видов. Флористический индекс для Bacillariophyta составил 69,5, а для Cyanophyta - 21,2. Флористическое разнообразие диатомовых микрофитобентоса оз. Неро в основном формируют пеннатные диатомеи, из порядка Raphales. В микрофитобентосе озера преобладали представители семейств Naviculaceae (28 таксонов), Nitzschiaceae (21), Fragilariaceae (14), а также синезеленые водоросли семейства Oscillatoriaceae (15 видов) и зеленые водоросли семейства Scenedesmaceae (17). Наибольшее флористическое богатство было представлено следующими родами: *Nitzschia* (20 видов и вариететов), *Navicula* (15), *Synedra* (8) и *Pinnularia* (7) у диатомовых, и *Oscillatoria* (10) у синезеленых водорослей.

Наиболее представительный р. *Nitzschia*, имел наибольший флористический индекс и высокую среднюю встречаемость, по сравнению с р. *Navicula*, что свидетельствует о степени участия этих родов в формировании микрофитобентоса оз. Неро. Значение флористического индекса (16,6), высокое значение индекса средней встречаемости (41,8), развитие видов до уровня субдоминантов и доминантов показали, что относительно небогатый видами р. *Oscillatoria* вносит значительный вклад в структуру микрофитобентоса.

Большее видовое богатство микрофитобентоса оз. Плещеево, по сравнению с оз. Неро, может быть обусловлено большей неоднородностью среды обитания, выраженной биотопическим разнообразием и разнообразием субстратов.

В микрофитобентосе озер таксономически наиболее разнообразно были представлены диатомовые водоросли, однако их роль в структуре ценозов оз. Плещеево выше. На это указывают таксономическая насыщенность, значения флористического индекса и индекса средней встречаемости, состав ценозообразующих видов. По результатам исследования был выделен комплекс ценозообразующих видов с высокой встречаемостью и обилием, характеризующий основные показатели экосистемы. В оз. Плещеево: *Navicula scutelloides*, *Navicula anglica*, *Amphora ovalis*, *Amphora pediculus*, *Neidium dubium*, *Navicula tuscula*, *Nitzschia recta*, *Nitzschia paleacea*, *Navicula porifera*. В оз. Неро: *Nitzschia gracilis*, *N. sublinearis*, *N. heufleriana*, *N. palea*, *Oscillatoria amphibian*, *O. redekei*, *O. agardhii f. aequicrassa*, *O. planctonica*. Эколого-географические спектры комплекса ценозообразующих видов хорошо отражают таковые для всего микрофитобентоса, что позволяет использовать их для оценки условий обитания микрофитобентоса водоема в целом.

Более высокий вклад бентосных водорослей, холодолюбивых бореальных и арктоальпийских видов, а также алкалифилов в оз. Плещеево, по сравнению с оз. Неро, определяется различиями в морфометрии, влиянием водосбора и уровнем трофии. Суммарный вклад видов с повышенными требованиями к уровню минерализации (галофилов и мезогалобов) в микрофитобентосе озер практически не отличался (23% и 20%), что обусловлено заметным вкладом подземных минерализованных вод в химический состав вод озер. Сравнение спектра видов с известным отношением сапробности в оз. Неро и Плещеево показало, что наибольшую группу в обоих озерах составляли виды - β -мезосапробы (46,4% и 37,5% соответственно). В оз. Плещеево обнаружено достаточно большое количество видов-индикаторов чистых вод, не развивавшихся, однако, до уровня доминантов. Всплески развития сапрофильных организмов, указывали на локальные загрязнения. В оз. Неро наблюдалось увеличение сапрофильных видов и видов с более широким спектром сапробности в микрофитобентосе.

Коэффициент Серенсена, рассчитанный для родов, составил 74,4%, что характеризует сходство альгофлор, развивающихся в пределах одного географического региона с аналогичными климатическими условиями и водами одного класса по гидрохимической классификации. Коэффициент Серенсена, рассчитанный по числу видов и вариеетов, составил 31,5%, что обусловлено различиями морфометрических, трофических и сапробных условий в озерах.

Более высокие показатели встречаемости видов, индексов средней встречаемости, уменьшение вклада стенобионтов указывают на более однообразную структурную организацию видового состава микрофитобентоса оз. Неро по сравнению с оз. Плещеево.

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБИЛИЯ МИКРОФИТОБЕНТОСА ОЗЕР ПЛЕЩЕЕВО И НЕРО

Распределение обилия альгофлоры (и в частности, микрофитобентоса) в озерах обусловлено динамикой температуры, освещенности, гидродинамическим режимом и содержанием биогенов. Для микрофитобентоса, кроме того, важное значение имеет тип грунта и его свойства.

3.1. Сезонная динамика и пространственное распределение микрофитобентоса оз. Плещеево

В целом по всем станциям и глубинам в оз. Плещеево показатели обилия микрофитобентоса варьировали: численность от 20,7 до 984,5 млн.кл/м², в среднем составив 247,17 млн. кл/м² биомасса от 0,05 до 13,74 г/м², при средней 1,84 г/м². Сообщество микрофитобентоса на всех станциях отличалось достаточно высоким таксономическим насыщением, количество таксонов ниже рода, встреченных в пробе варьировало от 13 до 56, в среднем за сезон составило 33 таксона. В среднем за сезон наибольшее количество видов на всех станциях было отмечено на глубине 1 Z, и 0,5 Z - на ст. Векса. Коэффициенты Серенсена были невысоки, составив в среднем за сезон по всем станциям 44. Наибольшими коэффициентами Сёренсена характеризовались близлежащие точки отбора, чаще мелководные или глубоководные станции. Тенденция распределения индексов Шеннона в сезоне по глубинам была похожа: максимальные значения приходились на глубину 1, минимальные - на глубину 3 Z. Сезонная динамика индексов на всех станциях была мало вариативна.

Динамика численности в среднем по всем исследованным глубинам на ст. Пляж характеризовалась одним весенним пиком развития. Численность на разных глубинах ст. Пляж за весь сезон колебалась от 20,7 до 983,4 млн.кл/м². В большинстве случаев основу численности составляли диатомовые водоросли, что отражает среднее за сезон относительное значение численности диатомовых равное 68,4%. Синезеленые преобладали по численности лишь несколько раз за сезон и всегда на станциях от 1 прозрачности и глубже. Вклад других отделов в общую численность в среднем за сезон был незначителен и составил от 0,9 до 2,2%.

Общая динамика биомассы на ст. Пляж характеризовалась весенним и осенним пиками развития водорослей, соответствующим вегетации диатомовых водорослей. В течение сезона на различных глубинах биомасса варьировала от 0,05 до 7,9 г/м². В

сложении биомассы подавляющим превосходством обладали диатомеи. Среднее за сезон относительное значение биомассы диатомовых составляли 91,9 % от общей биомассы. Этот же показатель для остальных отделов составлял от 1,9 до 3,5%.

Динамика численности в среднем по всем исследованным глубинам на ст. Векса, так же, как и на ст. Пляж, характеризовалась одним весенним пиком развития. Численность на разных глубинах ст. Векса за весь сезон колебалась в тех же пределах, что и на ст. Пляж - от 22,5 до 984,5 млн.кл/м². В большинстве случаев, основу обилия микрофитобентоса составляли диатомовые водоросли (64,2% в среднем).

Общая динамика биомассы на ст. Векса была аналогична динамике численности. В течение сезона на различных глубинах биомасса варьировала от 0,05 до 9,4 г/м². Как и на ст. Пляж, в сложении биомассы подавляющим превосходством обладали диатомеи. Среднее за сезон относительное значение биомассы диатомовых составляло 92,9 %, а для остальных отделов - от 0,6 до 3,3% от общей биомассы.

Динамика численности в среднем по всем исследованным глубинам на ст. Симак, в отличие от других станций, характеризовалась двумя пиками развития – весенним и позднелетним. Численность на разных глубинах ст. Векса за весь сезон колебалась от 36,5 до 922,1 млн.кл/м². В большинстве случаев, как и на других станциях, основу обилия микрофитобентоса составляли диатомеи.

Общая динамика биомассы на ст. Симак повторяла динамику численности. В течение сезона на различных глубинах биомасса варьировала от 0,11 до 13,7 г/м². Как и на других станциях, в сложении биомассы преобладали диатомеи. Средний за сезон вклад диатомовых в биомассу составил 87,7%.

Анализ влияния различных факторов на развитие микрофитобентоса.

Свет является фундаментальным экологическим фактором для развития микрофитобентоса, как автотрофного сообщества. На качество и количество света, доступного для сообщества водорослей влияет сезонная освещенность и характеристики водной толщи и субстрата, обуславливая варьирование светового режима.

Сезонный ход количественных показателей микрофитобентоса определялся в основном диатомовыми и характеризовался: весенним пиком, летней депрессией и осенним снижением. В динамике синезеленых водорослей прослеживался летний пик развития в июне – июле, разнесенный по времени на разных станциях. Весенний пик и осеннее снижение обилия микрофитобентоса соответствовали сезонному изменению освещенности (рис. 2). Летняя депрессия обилия микрофитобентоса, очевидно, определялась другими факторами.

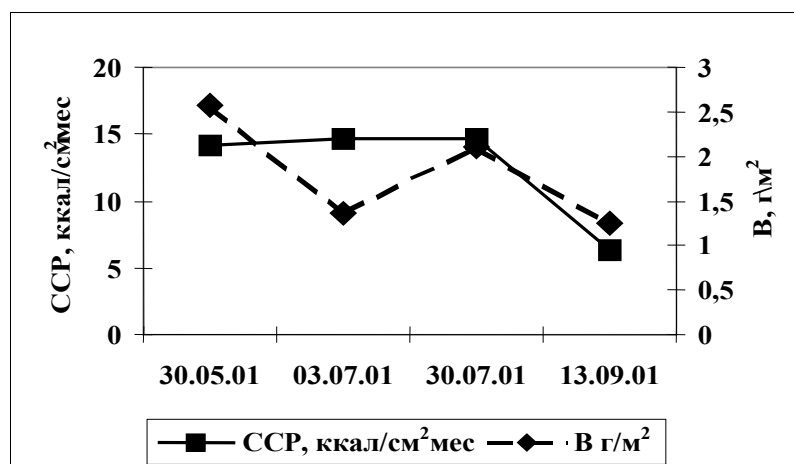


Рис. 2. Сезонный ход освещенности и усредненной биомассы микрофитобентоса оз. Плещеево.

Особенно четко изменение освещенности и соответствующее ему изменение сообщества альгобентоса выражены в оз. Плещеево с глубиной. Распределение количественных характеристик микрофитобентоса по градиенту глубины носило характер не прямой зависимости. Динамика по глубинам показала преференцию глубин 1Z, иногда 0,5 и 2Z по наибольшему таксономическому богатству, обилию и индексу Шеннона (рис.3).

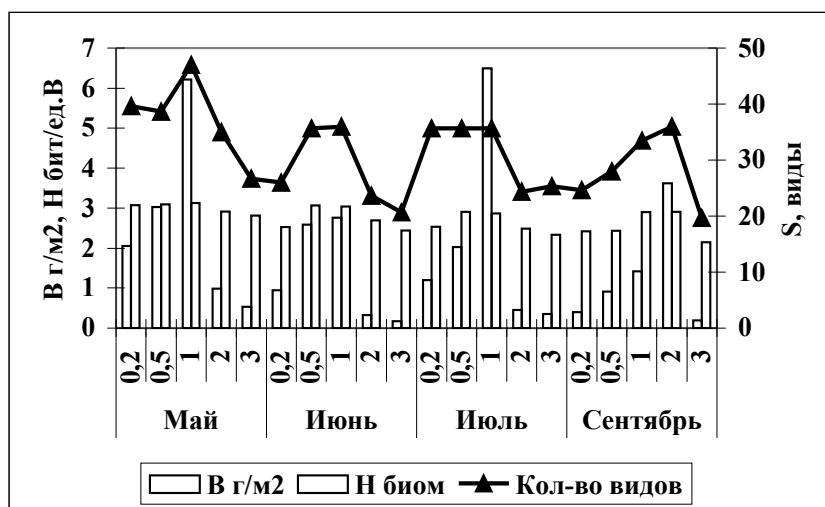


Рис. 3. Динамика обилия и разнообразия микрофитобентоса по глубинам отбора на оз. Плещеево.

Структурные изменения в составе микрофитобентоса оз. Плещеево вдоль трансект были выявлены на уровне отделов и видов. Зеленые нитчатые водоросли занимали прибрежную зону озера. Диатомовые водоросли были встречены на всех глубинах, увеличивая показатели обилия на глубинах равных 0,5 – 1 Z, а в некоторых случаях давая пик биомассы на глубине 2 Z. Статистический анализ показал достоверное относительное увеличение численности синезеленых (рис. 4), и уменьшение - диатомовых в сообществе с глубиной на всех станциях.

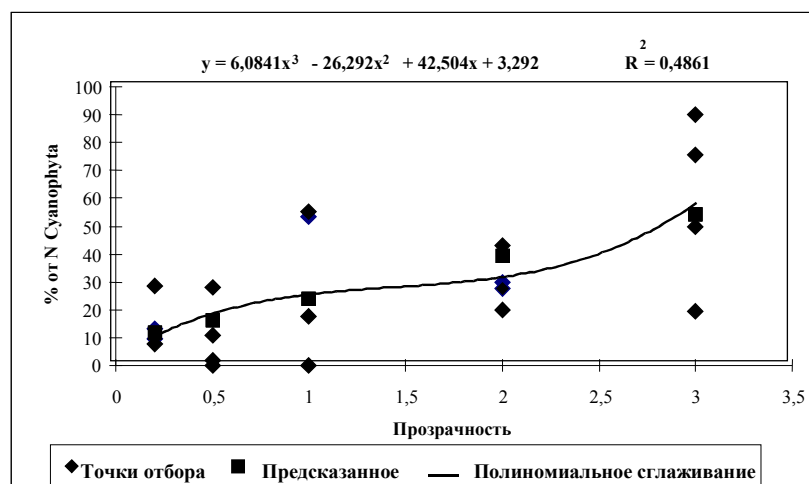


Рис. 4. График подбора с полиномиальным сглаживанием для регрессионной зависимости вклада Cyanophyta в численность микрофитобентоса оз. Плещеево.

Уменьшение количества света с глубиной приводило к увеличению средневзвешенных объема и площади клеток (рис. 5). Возрастание отношения S/V так же указывает на увеличение крупноклеточности в сообществе на средних глубинах и уменьшение на мелководных и глубоководных станциях. Увеличение объема чаще происходило за счет удлинения организмов. По-видимому, в условиях лимитирования светом более адаптивным признаком является уплощение и увеличение поверхности клетки. В сезонной динамике микрофитобентоса увеличивались средневзвешенные объемы клеток. Во время подъема обилия до уровня доминанта у отдельных видов отмечали увеличение диапазона линейных характеристик, особенно для ценозообразующих видов. По-видимому, водоросли находились в периоде быстрого размножения, с переходом через фазу аукоспорообразования.

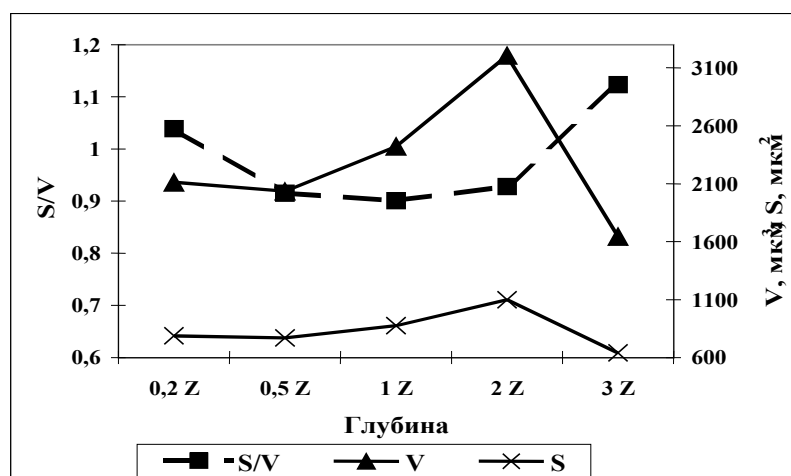


Рис. 5. Изменение клеточного объема, площади видов с глубиной в микрофитобентосе оз. Плещеево.

Кластерный анализ обилия видов доминантов показал, что точки отбора за одну дату кластеризовались в большей степени по глубинам, чем по станциям. По-

видимому, сходство условий освещенности на одной глубине имеют большее значение, чем различия экологических факторов, характеризующих станции.

Таким образом, на различных глубинах отмечены различные по составу и численности сообщества бентосных водорослей. Изменения были выражены на уровне экологических, таксономических и размерных группировок. Смена экологических групп с глубиной (метафитон, эпипсаммон, эпипелон) происходит по комплексному градиенту, кроме света, важную роль здесь играет субстрат.

Для микрофитобентоса важным абиотическим фактором является эдафический - гранулометрический и химический состав донных отложений, газовый режим, влажность. Исследования, посвященные изучению влияния механического состава грунтов на микрофитобентос немногочисленны: в озерах (Bennion, 1995; Harper-Wood, Priddle, 1984), эпипелон в реках (Cox, 1990), микробентос залива Белого моря (Бурковский, 1988; Бурковский, Колобов, Столяров, 2003), диатомеи поверхностных седиментов (Cosquyt, Schram, 2000). Для фитомикробентоса Киевского водохранилища отмечена разная интенсивность развития на различных по типу грунтах, в условиях одинаковых глубин (Владимирова, 1972).

По данным, проведенного нами гранулометрического анализа, преобладающей являлась фракция песка среднего (0,25-0,05 мм). С глубиной происходило увеличение количества алевритовой и пелитовой фракций, а также увеличивались влажность, количество органического вещества, объемная масса грунта и уменьшалась степень сортированности донных осадков. В целом, четко выявилась главная закономерность распределения свойств осадков в зависимости от глубины водоема.

Кластерный и факторный анализ по мехсоставу и свойствам грунтов, выявил разделение всех точек отбора на группы глубоководных и мелкоководных. Анализ данных разными методами показал, что точка отбора Пляж 1Z по характеристикам субстрата тяготеет к более глубоким станциям. Точки отбора 1Z на других станциях – Симак и Векса – по тем же характеристикам ближе к мелкоководным станциям.

Результаты анализа по биологическим показателям (численности, биомассе) и свойствам грунтов показали выделение группы точек отбора наиболее продуктивных по биомассе средних глубин и группы мелкоководных и глубоководных точек отбора с более низкой средней продуктивностью (рис. 6.)

Средние глубины наиболее благоприятны для развития микрофитобентоса в силу относительной стабильности и достаточной световой и биогенной доступности. На мелкоководных станциях (особенно 0,2Z), на песчаном хорошо сортированном, нестабильном субстрате развивалось сообщество мелкоклеточного эпипсаммона с невысокими биомассами. Невысокие биомассы на глубоководных станциях определялись низкой сортированностью и более высоким содержанием мелких

фракций, что приводит к уплотнению осадка, забиванию капиллярных пространств, уменьшению доступности света, и лимитирует развитие подвижного эпипелона.

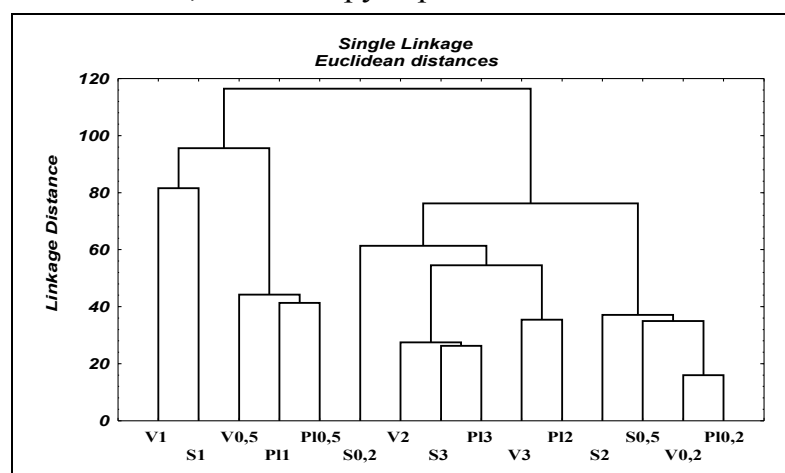


Рис. 6. Кластеризация точек отбора по биологическим показателям (общие N и B), мехсоставу и свойствам грунтов.

Таким образом, субстрат имеет значительное влияние на распределение микрофитобентоса. Совместно с прозрачностью они определяли значительную часть варьирования структуры микрофитобентоса мезотрофного оз. Плещеево.

Температура является важным экологическим фактором для альгосообществ в целом и для микрофитобентоса в частности (Михеева, 1983; DeNicola, 1996).

Температура имеет влияние на пространственное и временное распределение микрофитобентоса. Влияние температуры обусловлено специфичным ответом отделов и видов водорослей микрофитобентоса. В сезоне наблюдали закономерное повышение количественных характеристик холодноводных диатомей весной и осенью, а синезеленых летом. Однако, некоторые диатомовые имели пики развития во время летнего повышения температур. В пространственном распределении зеленые нитчатки и псаммофильные мелкие диатомеи занимали участки верхней литорали характеризующиеся высокими и резко меняющимися температурами. Более крупные эпипелические диатомеи развивались на участках нижней литорали с более низкой и слабо подверженной скачкам температурой (особенно во время стратификации).

3.2. Сезонная динамика и пространственное распределение микрофитобентоса оз. Неро

Средневегетационные показатели обилия микрофитобентоса оз. Неро варьировали в 1999 – 2000 гг. не значительно, как по численности (813,9 – 907,02 млн. кл/м²), так и по биомассе (1,39 - 2,26 г/м²). Для оз. Плещеево средние показатели биомассы в наших исследованиях были представлены подобным порядком величин. Более высокие численности микрофитобентоса в оз. Неро определялись большим

участием мелкоклеточных синезеленых водорослей. Этим объясняются и более широкие пределы варьирования численности микрофитобентоса в оз. Неро в межгодовой динамике, относительно такового в оз. Плещеево. Полученные величины обилия соотносятся с литературными данными полученными для водоемов мезотрофно-эвтрофного типа, где данный показатель изменяется от 0,6 до 44,4 г/м² (Басова, 1976; Девяткин, 1978; Жданова, 1989).

Характер сезонной сукцессии обилия микрофитобентоса оз. Неро характеризовался подъемом в раннелетний и осенний периоды (рис. 7). Эти подъемы, как правило, были обусловлены развитием диатомовых водорослей. Структуру сообщества микрофитобентоса по численности в 2000 г. определяло практически равное участие диатомовых и синезеленых водорослей в начале лета и осенью (в среднем 56%) и преобладание последних (82%) в середине лета.

Сезонный ход биомассы микрофитобентоса в 2000 г. характеризовался максимальными значениями в начале лета, снижением в разгар лета и повышением осенью. Максимум обилия микрофитобентоса ранним летом определяется, по-видимому, более высокими показателями инсоляции. Осенний, слабо выраженный подъем, может определяться увеличением глубины проникновения инсоляции, снижением влияния со стороны фитопланктона.

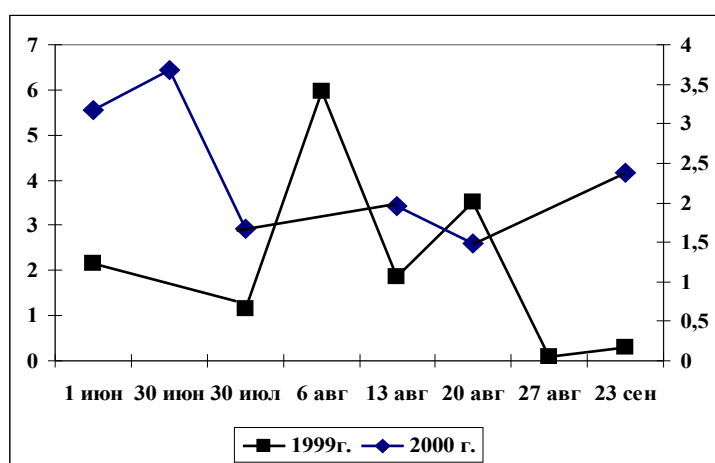


Рис. 7. Межгодовая динамика биомассы микрофитобентоса оз. Неро

Аналогичный ход динамики обилия отмечен нами в 2001 г. на ст. Пляж оз. Плещеево. Наличие летнего спада в развитии микрофитобентоса характерно для целого ряда водоемов умеренной зоны.

Динамика биомассы в 1999 г. несколько отличалась от 2000 г. в связи с тем, что на ход сукцессии оказала влияние интенсивная добыча сапропелевых отложений. Раннелетний подъем и некоторый спад в конце июля соответствуют сукцессиям других лет. Резкий всплеск биомассы микрофитобентоса в начале августа 1999 г., через три дня после проведения добычи сапропеля, происходил на фоне пика содержания минерального фосфора. По нашим данным за 1999 и 2000 гг. вклад

синезеленых повышался через 7-10 дней после добычи сапропеля. Интересно отметить, что после добычи сообщество микрофитобентоса восстанавливается достаточно быстро. Место добычи в первую очередь заселяли типичные планктеры, что обычно для первой сукцессионной стадии формирования на новых субстратах сообществ перифитона и бентоса (Paterson et al., 1996). Добыча сапропеля в 1999-2000 гг. производилась в августе. В это время в составе бентоса активно развивались подвижные формы синезеленых р. *Oscillatoria* и диатомовых р. *Nitzshia*. Представители этих родов активно заселяли эродлируемый участок дна, что отражалось на содержании биогенных элементов в придонной воде - резко уменьшалось количество фосфатного и нитратного азота. В 2000 г. вид *O. agardhii* f. *aequicrassa* через 3 дня после добычи сапропеля практически восстановил свою численность до предшествующего уровня. Высокая степень развития микрофитобентоса на месте добычи наблюдалась на глубине, превышающей значение трех прозрачностей, принятой границы эвфотной зоны. Развивающиеся здесь виды были приспособлены к условиям недостатка освещенности, что отмечено многими авторами (Steinberg, Hartmann, 1988; Reynolds, 1990; Burkholder, Cuker, 1991).

Количество видов в пробах микрофитобентоса оз. Неро варьировало от 9 до 44 таксонов в пробах 1999 г. и от 4 до 33 в 2000 г. Сообщество, исследуемое в 1999 г. отличалось большим таксономическим богатством, по сравнению с 2000 г. Среднее за все года количество таксонов в пробе в оз.Неро составило 22. Таксономическое разнообразие микрофитобентоса в пробах оз. Неро была ниже, чем в оз. Плещеево.

Сезонная динамика индекса Шеннона в 1999 и 2000 гг. по численности характеризовалась относительно близкими значениями. Индекс Шеннона по биомассе в период исследований варьировал от 1,25 до 2,9 бит/ед.В. Ход динамики индексов Шеннона сообщества микрофитобентоса в оз. Плещеево был менее вариативен, по сравнению с таковым в оз. Неро, что характеризует систему как более сложную.

Четкий профиль изменения глубины от берега к открытой части водоема в оз. Неро отсутствует. Это определяется морфологией озерной ванны, почти полностью заполненной озерными отложениями. Вследствие этого, изменение освещенности и ее влияние на микрофитобентос не могло быть прослежено трансектным методом, как это было сделано нами на оз. Плещеево. В то же время, отмечено, что акватория озера отличается гетерогенностью абиотических факторов. Несмотря на мелководность и высокую перемешиваемость водоема, отдельные районы озера отличаются по гидрохимическим показателям даже в период открытой воды. Было показано разделение акватории оз. Неро по сообществу фитопланктона на южную «макрофитную» и северную «фитопланктонную» зоны (Ляшенко, 1991). По результатам кластеризации наших наблюдений по глубине и прозрачности, также

отделились заросшие макрофитами станции южной части оз. Неро (13, 14, 11, 1), отличающиеся высокой прозрачностью воды, от всех остальных станций.

Пространственное распределение микрофитобентоса в июле 2003 г. отличалось гетерогенностью и значительным варьированием от 1 до 189,7 млн. кл/м² по численности и от 0,012 до 1,4 г/м² по биомассе. По численности практически повсеместно доминировали синезеленые водоросли, а по биомассе - диатомовые. Наиболее продуктивными по биомассе оказались станции 8, 9, 10, 13 и 14, расположенные в юго-западной и южной части оз. Неро. Они же отличались наибольшим богатством в видовом аспекте и спецификой доминантов. В центральной части озера показатели обилия микрофитобентоса были меньше. Индекс Шеннона по биомассе изменялся от 1 до 2,3 бит/ед. Столь сильные флуктуации показателей индекса Шеннона в пределах акватории свидетельствуют о гетерогенности условий обитания, мозаичности распределения и влиянии других сообществ водорослей на микрофитобентос. В целом эти результаты вписываются в пределы и особенности сезонной сукцессии сообщества, отмеченной нами в 1999 и 2000 гг.

Средообразующим фактором, определяющим прозрачность воды в оз. Неро является фитопланктон, за счет эффекта “самозатенения”. При сопряженном рассмотрении обилия обоих сообществ был отмечен противофазный характер развития фитопланктона и микрофитобентоса на большинстве станций (рис. 8). Подобная картина отмечалась и при рассмотрении сезонной динамики сообществ.

Индекс Шеннона по биомассе для микрофитобентоса показал отрицательную корреляцию Спирмена с биомассой синезеленых и диатомовых водорослей фитопланктона (- 0,7 и - 0,75 соответственно, при $p < 0,05$). Это указывает на то, что высокое обилие фитопланктона негативно влияет на разнообразие микрофитобентоса по биомассе. Можно заключить, что летняя депрессия в развитии микрофитобентоса оз. Неро значительным образом обусловлена эффектом снижения освещенности за счет активной вегетации фитопланктона.

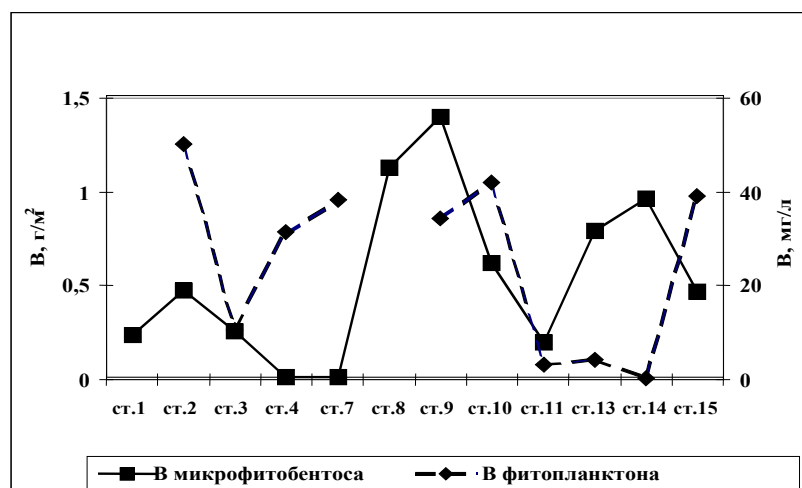


Рис. 8. Распределение биомасс фитопланктона и микрофитобентоса в оз. Неро (июль 2003г).

Таким образом, влияние света, как фактора, обуславливающего развитие микрофитобентоса в высокоевтрофном оз. Неро, лучше всего прослеживается в сезонном аспекте и при рассмотрении влияния сообщества фитопланктона.

Специального гранулометрического анализа субстрата оз. Неро нами не проводилось. Однако необходимо отметить, что пробы из центральной части озера представляли собой сапропелевые отложения. Вдоль берега несколько увеличивалось содержание песчаной фракции и крупного растительного детрита, особенно это было характерно для южной части водоема, заросшей макрофитами.

В целом наш анализ не выявил значительных отличий микрофитобентоса при рассмотрении характеристик субстрата. Отдельные отличия сформированы скорее комплексом факторов и выявляются на уровне видового состава. Возможно, влияние субстрата на сообщество нивелируется из-за его специфичности.

Более низкие показатели таксономического богатства, сильные флуктуации показателей обилия и индекса Шеннона, свидетельствуют о меньшей стабильности сообщества микрофитобентоса оз. Неро, по сравнению с оз. Плещеево. Это определяется нестабильностью средовых факторов: прозрачности воды, обусловленной развитием фитопланктона, физико-химическими свойствами сапропеля, как субстрата, сильным ветровым перемешиванием мелководного открытого водоема, суммой антропогенных воздействий.

3.3. Сравнительный анализ микрофитобентоса и фитопланктона озер Плещеево и Неро.

В целом, рассматривая динамику развития двух альгосообществ – микрофитобентоса и фитопланктона – можно отметить, что кривые обилия этих сообществ находились в противофазе в обоих озерах. Это говорит о том, что развитие фитопланктона является причиной лимитирования фундаментального фактора – света для сообщества микрофитобентоса (Liboriussen, Jeppensen, 2003; Hansson, 1992, 1988b). Развитие фитопланктонного сообщества и его влияние на доступность света может повлиять не только на абсолютные величины обилия, но и на структуру сообщества микрофитобентоса. Отмечено уменьшение средневзвешенных объемов клеток микрофитобентоса в период максимального развития фитопланктона. Подобное явление отмечено и для взаимоотношений сообществ фитопланктона и перифитона (Девяткин и др., 2000; Девяткин, 2003).

Роль микрофитобентоса в сложении биомассы альгоценозов разнотипных по трофности озерах Плещеево и Неро, продемонстрирована в таблице 2.

**Биомассы микрофитобентоса и фитопланктона в различных зонах озер
Плещеево (1) и Неро (2).**

Зона озера	Глубина, м	Площадь, км ²	Биомасса микрофитобентоса, т	Биомасса фитопланктона, т
Литораль 1	0-4	11,6	33,2	5,3
Сублитораль 1	4-14	15,5	24,9	68,1
(“фитопланктонная”) (2)	1,6	≈ 45	≈ 82,2	≈ 1312,7

В литоральной зоне оз. Плещеево биомасса микрофитобентоса была в 6 раз выше фитопланктона, а в сублиторали составляла одну треть от нее. Вклад микрофитобентоса в продуктивность по биомассе в эвтрофном оз. Неро в 16 раз меньше, чем у фитопланктона.

ВЫВОДЫ

1. В микрофитобентосе мезотрофного оз. Плещеево обнаружено 193, в высокоэвтрофном оз. Неро - 150 таксонов водорослей рангом ниже рода. Таксономически наиболее богато были представлены Bacillariophyta (83,4% и 58,7%, соответственно), Cyanophyta (13% и 20%) и Chlorophyta (2% и 20%). Более высокий вклад бентосных водорослей, бореальных и арктоальпийских видов, сапроксенов, а также алкалифилов в оз. Плещеево, по сравнению с оз. Неро, определяется различиями в морфометрии, влиянием водосбора и уровнем трофии. Высокий суммарный вклад видов с повышенными требованиями к минерализации в обоих водоемах, обусловлен влиянием минерализованных вод.

2. Сходство альгофлор на уровне родов (коэффициент Серенсена 74,4%) характеризовало сообщества, развивающиеся в одном географическом регионе с аналогичными климатическими условиями и водами одного класса по гидрохимической классификации. Невысокое сходство на видовом уровне (31,5%), различие ценозообразующих комплексов, определялось различиями морфометрических, трофических и сапробных условий в озерах. Выявлена более однообразная пространственная и временная организация видового состава микрофитобентоса оз. Неро, по сравнению с оз. Плещеево.

3. Средневегетационные показатели численности были выше в оз. Неро (813,9 – 907,02 млн. кл/м²), чем в оз. Плещеево (247,17 млн. кл/м²), за счет большего участия синезеленых водорослей. Средневегетационные биомассы обоих озер были близки: в оз. Неро (2,26 – 1,39 г/м²), в оз. Плещеево 1,84 г/м² и слагались, в основном, диатомовыми водорослями. Характер сезонной сукцессии обилия микрофитобентоса в общих чертах повторял таковой для водоемов умеренной зоны. Изменение

освещенности и температуры определяло преобладание диатомей весной и осенью и увеличение вклада синезеленых летом. Сезонный ход сукцессии в оз. Неро значительно нарушался при добыче сапропеля, с быстрым восстановлением за счет развития комплекса тенеадаптированных, мелкоклеточных, миксотрофных видов.

4. Освещенность вносит наибольший вклад в констелляцию факторов, определяющую развитие микрофитобентоса обоих озер. Установлено заглубление максимальных показателей структуры сообщества в оз. Плещеево и смещение их в «макрофитовую» зону в оз. Неро. Вклад синезеленых в численность с глубиной достоверно увеличивается. Уменьшение освещенности определяет увеличение средневзвешенных объемов клеток в сезонной динамике и с глубиной, и вклада крупноклеточных видов с глубиной. Клеточные объемы микрофитобентоса уменьшаются в обоих озерах при световом лимитировании в периоды массового развития фитопланктона.

5. Состав грунта в оз. Плещеево закономерно изменялся с глубиной: увеличивались влажность, объемная масса грунта, количество пелитовой фракции и органического вещества, уменьшалась сортированность. Показано увеличение обилия и сложности сообщества на средних глубинах и уменьшение этих характеристик на мелководных и глубоководных станциях. Отмечено развитие на хорошо сортированном, нестабильном, крупном субстрате мелкоклеточного и менее подвижного сообщества эпипсаммона, а на более стабильном и богатом органическим веществом субстрате – более крупноклеточного и подвижного сообщества эпипелона. Четкой закономерности в распределении грунтов и влиянии характеристик субстрата на микрофитобентос оз.Неро не выявлено. Отличия сообществ южной и центральной частей озера сформированы комплексом факторов и выявляются на уровне видового состава.

6. Установлен противофазный характер динамики развития фитопланктона и микрофитобентоса в исследуемых водоемах. Развитие сообщества фитопланктона является важным биотическим фактором, лимитирующим, прежде всего, доступность света. Показаны значительная роль микрофитобентоса в формировании биомассы альгоценозов литорали и сублиторали мезотрофного оз. Плещеево и значительное уменьшение этого вклада в эвтрофном оз. Неро.

Список работ опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. О микрофитобентосе озера Неро. // Биология внутренних вод. 2003.- № 3, С. 60-66.

2. Сигарева Л.Е., Тимофеева Н.А., Бабаназарова О.В., Зубишина А.А. Содержание растительных пигментов в сапропеле озера Неро. // Биология внутренних вод. 2004.- № 2, С. 39-46.
3. Сигарева Л.Е., Тимофеева Н.А., Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Оценка продуктивности микрофитобентоса оз. Плещеево по растительным пигментам. // Водные ресурсы. 2005, т. 32, №6, -С. 739-748.

Другие научные работы

4. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В., Воропаева О.Г., Семерной В.П. Фитопланктон озера Плещеево и его продукционные характеристики // Биотехнологические проблемы бассейна Верхней Волги: Сб. науч. трудов.- Ярославль, 1998. - С.65-72.
5. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В., Семерной В.П. Формирование бентосных альгоценозов на сапропеле озера Неро // Современные проблемы естествознания. Биология и химия: Сб. тез. Обл. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. - Ярославль, 1999. - С. 20-21.
6. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В., Семерной В.П. Формирование бентосных альгоценозов на сапропеле озера Неро // Биологические ресурсы, их состояние и использование в бассейне Верхней Волги: Сб. науч. трудов. - Ярославль, - 1999. С. 91-103.
7. Бабаназарова О.В., Семерной В.П., Зубишина А.А. Обоснование программы мониторинга экосистемы озера Неро в условиях добычи сапропеля. // Актуальные проблемы естественных и гуманитарных наук на пороге XXI века.: Сб. тез. - Ярославль, 2000. - С. 31-33.
8. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Микрофитобентос озера Неро. // Гидробиотаника 2000: Сб. тез. V Всеросс. конф. по водным растениям. - Борок, 2000. - С. 29-30.
9. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В., Семерной В.П. Микрофитобентос гиперэвтрофного озера Неро. // VIII съезд Гидробиологического об-ва РАН: Сб. тез. - Калининград, 2001. - Т. III. С. 38-39.
10. Зубишина А.А. Видовой состав современной бентосной альгофлоры озера Неро. // Современные проблемы биологии, химии, экологии и экологического образования: Рег. сб. науч. тр. - Ярославль, 2001. - С. 143-149.
11. Бабаназарова О.В., Зубишина А.А.. Современное состояние фитопланктона и микроальгобентоса открытой части озера Неро. // Экологические проблемы озера Неро и городских водных объектов: Сб. трудов межд. сем. - Ростов Великий, 2002. - С. 64-77.
12. Babanazarova O. V., Zubishina A. A. Phytoplankton of highly eutrophic Lake Nero in different disturbance conditions. // III Symposium for European Freshwater Sciences. - Edinburgh, 2003. -P. 131
13. Zubishina A.A., Babanazarova O.V. Benthic microalgae community of the open part of Lake Nero. // Third Symposium for European Freshwater Sciences. - Edinburgh, 2003. - P. 185.

14. Zubishina A.A., Babanazarova O.V. Development of the *Planktothrix agardhii* in the highly eutrophic lake. // XXIX Congress International Association of Theoretical and Applied Limnology: book of abstracts. - Lachti, Finland, 2004. - P.186.
15. Sidelev S.I., Sigareva L.E., Zubishina A.A. The chlorophyll "a" content in seston of lake Nero as indicator of conditions phytoplankton development. // XXIX Congress International Association of Theoretical and Applied Limnology: book of abstracts. - Lachti, 2004. - P. 54.
16. Сигарева Л.Е., Тимофеева Н.А., Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Растительные пигменты как показатели продуктивности микрофитобентоса в озере Плещеево. // Первичная продукция водных экосистем: мат. межд. конф. - Ярославль, 2004. - С. 89-90.
17. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Видовой состав микрофитобентоса оз. Плещеево, как показатель экологического состояния водоема. // Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов: мат. всеросс. науч.-практ. конф. - Ярославль, 2004. - С. 98-107.
18. Бабаназарова О.В., Ляшенко О.А., Лазарева В.И., Сигарева Л.Е., Холт Д., Зубишина А.А., Смирнова С.М., Сиделев С.И., Калинина О.Е. Результаты мониторинга планктонного сообщества оз. Неро. // Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов: мат. всеросс. науч.-практ. конф. - Ярославль, 2004. - С. 88-98.
19. Zubishina A.A. Microphitobentos of the lake Plescheevo. // Aquatic Ecology at the Dawn of XXI Century: book of abstracts Intern. Scient. Conf. - St.-Petersburg, 2005. - P. 112.
20. Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Пространственное распределение микрофитобентоса озера Плещеево. // IX съезд Гидробиологического общества РАН: тез. докл. - Тольятти, 2006. - Т.1, С. 180.

Отпечатано на ризографе. Тираж 100.
Ярославский Государственный Университет
150000 Ярославль, ул. Советская, 14